



## Effects of Alginate Based Edible Coating Applications on Physicochemical Quality of Minimal Processed Melon Slices

Bengü DEMİR<sup>a</sup>, Aşlıhan DEMİRDÖVEN<sup>b</sup>\*

<sup>a</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Marmaris İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Marmaris-Muğla, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, TÜRKİYE

(\*): Corresponding author, [aslihan.demirdoven@gop.edu.tr](mailto:aslihan.demirdoven@gop.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to produce ready-to-eat melon slices by applying sodium alginate (SA) based edible film formulations on sliced “Kırkağaç” variety melons and to determine their quality under passive modified atmosphere conditions. In the study, sliced melons, first treated with 0.5% calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) solution, were coated with edible film solutions containing 1%, 1.5% and 2% sodium alginate (SA), then packed with polyethylene (30µm-PE) films and a group of samples that without packaging were stored for 6 days at +5°C and subjected to O<sub>2</sub>%, CO<sub>2</sub>%, total phenolic, antioxidant capacity (ABTS), pH, water-soluble dry matter, weight loss, texture and color (L\*, a\*, b\*) analyzes every 2 days period. As a result, it was determined that melon slices coated with in different concentrations of sodium alginate had not statistical differences in total phenolic content (54.66-58.03 GA mg kg<sup>-1</sup>), antioxidant capacity (256.2-295.8 mg kg<sup>-1</sup>), texture (0.433-0.444 N), water-soluble dry matter (9.70-9.88%) and weight loss (0.40-0.54) values on the 6th day of storage. As a result, it was determined that melon slices coated with sodium alginate had better properties in terms of antioxidant capacity, water soluble dry matter, weight loss and O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> % values on the 6<sup>th</sup> day of storage.

#### RESEARCH ARTICLE

Received: 11.03.2022

Accepted: 10.04.2022

#### Keywords:

- Modified atmosphere packaging,
- Cold storage,
- Quality

**To cite:** Demir B, Demirdöven A (2022). Effects of Alginate Based Edible Coating Applications on Physicochemical Quality of Minimal Processed Melon Slices. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 3(1), 103-118. <https://doi.org/10.46592/turkager.1086203>



# Aljinat Bazlı Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Minimal İşlem Görmüş Kavun Dilimlerinin Fizikokimyasal Kalitesine Etkileri

## ÖZET

Bu çalışmada, sodyum aljinat (SA) bazlı yenilebilir film formülasyonlarının taze dilimlenmiş “Kırkağaç” çeşidi kavunlara uygulanması ile tüketime hazır kavun dilimlerinin üretilmesi ve pasif modifiye atmosfer koşullarında ürün kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak %0.5 kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) çözeltisiyle muamele edilen kavun dilimleri %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat (SA) içeren yenilebilir film çözeltileriyle kaplandıktan sonra polietilen ( $30\mu\text{m-PE}$ ) ambalajla paketlenmiş ve bir grup örnek de kaplama işlemine tabi tutulmadan ambalajsız olarak  $+5^\circ\text{C}$ 'de 6 gün depolanarak 2 günde bir  $\%O_2$ ,  $\%CO_2$ , toplam fenolik madde, antioksidan kapasite (ABTS), pH, suda çözünür kuru madde, ağırlık kaybı, doku ve renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) analizlerine tabi tutulmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde sodyum aljinat ile kaplanan kavun dilimlerinin depolamanın 6. gününde toplam fenolik madde ( $54.66-58.03 \text{ GA mg kg}^{-1}$ ), antioksidan kapasite ( $256.2-295.8 \text{ mg kg}^{-1}$ ), doku ( $0.433-0.444 \text{ N}$ ), suda çözünür kuru madde ( $\%9.70-9.88$ ) ve ağırlık kaybı ( $0.40-0.54$ ) değerleri açısından kaplama konsantrasyonlarındaki değişimin istatistiksel olarak fark yaratmadığı belirlenmiştir.

### ARAŞTIRMA MAKALESİ

**Alınış tarihi:** 11.03.2022

**Kabul tarihi:** 10.04.2022

### Anahtar Kelimeler:

- Modifiye atmosferde paketlenme,
- Soğukta muhafaza,
- Kalite

**Alıntı için:** Demir B, Demirdöven A (2022). Aljinat Bazlı Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Minimal İşlem Görmüş Kavun Dilimlerinin Fizikokimyasal Kalitesine Etkileri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 3(1), 103-118.  
<https://doi.org/10.46592/turkager.1086203>

## GİRİŞ

Günümüzde değişen beslenme alışkanlıkları besin değeri yüksek, tüketime hazır ve tazeliğini koruyan gıdaları daha fazla tercih edilir hale getirmiştir. Tüketime hazır gıda grupları içinde minimal işlenmiş meyve ve sebzelere olan talep de artmıştır. Minimal işlenmiş meyve ve sebzeler kabuk soyma, kesme/dilimleme, yıkama gibi sadece fiziksel işlemler uygulanarak üretilmektedirler ([Özyürek ve ark., 2013](#)). Bu ürünlerin işlenmesinde sadece fiziksel işlemlerin uygulanması nedeniyle ortaya çıkan kısıtlı raf ömrünü uzatmak ve besin değerini korumak amacıyla yenilebilir film ya da kaplama uygulamalarının yanında, modifiye atmosferde paketlenme (MAP) ve soğukta muhafaza uygulamalarının ayrı ayrı ya da bir arada kullanılma gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Yenilebilir kaplamalar, gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyinde ince tabaka şeklinde oluşturulan, gıdalla beraber yenilebilir nitelikte olan, doğal kaynaklardan elde edilen ambalaj materyalleridir ([Keleş, 2002](#)). Yenilebilir kaplamaların gıdalara uygulanması, gıdaların kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptir, çünkü bunlar oksijen, karbondioksit ve aroma bileşenlerine seçici bariyerler oluşturabilirler. Aynı zamanda antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar, aroma maddeleri, enzimler, fonksiyonel bileşenler (probiyotikler) veya besin maddeleri (mineraller ve vitaminler) gibi çeşitli aktif bileşenlerin taşıyıcıları olarak görev yapabilirler. Bu nedenle, yenilebilir kaplamalar gıdanın güvenliğini, besin değerini ve duyuşal özelliklerini arttırabilmektedirler ([Ribeiro ve ark., 2007](#); [Falguera ve ark., 2011](#); [Avena-Bustillos ve McHugh 2012](#); [Zhao, 2012](#)).

MAP tekniği ise gıdalarda mikrobiyolojik gelişimi azaltmak, raf ömrünü uzatmak ve enzimatik bozulmayı engellemek için ambalaj içindeki gaz atmosferinin değiştirilerek ürünün yapısına uygun özellikteki ambalaj malzemeleri ile ürünün ambalajlanması işlemidir (Erkan ve ark., 2000). Modifiye atmosfer ya gıda tarafından pasif olarak (pasif-MAP) ya da ambalaj içindeki gaz atmosferinin dışarıdan değiştirilmesiyle aktif olarak (aktif-MAP) oluşturulur.

Ülkemiz kavun yetiştiriciliğinde dünyada önemli bir yere sahiptir. TÜİK verilerine göre 2018 yılı kavun üretim miktarı 1.753.942 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018). Çalışmada kullanılan Kırkağaç çeşidi kavun nakliyye ve depolamaya elverişlidir ve ülkemizde en fazla Manisa, Bursa, Balıkesir, Trakya ile kısmen Orta Anadolu'nun bazı yerlerinde geniş ölçüde yetiştirilmektedir. Kavun çoğunlukla taze olarak tüketilmektedir. Bunun yanı sıra tatlılara, sorbelere, dondurmalara ve kokteyllere ilave edilerek tüketim alanı bulmaktadır. Ancak sodyum aljinatın minimal işlem görmüş kavunlarda kullanımının araştırıldığı kısıtlı sayıda çalışma literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Senturk Parreidt ve ark. (2018), taze kesilmiş kantelop kavunlarını, sodyum aljinat bazlı yenilebilir film çözeltisi (%1.25 a a<sup>-1</sup>) kullanarak daldırma ve vakum emdirme yöntemleriyle kaplamış ve en iyi kaplama prosesi parametrelerini (daldırma süresi, vakum periyodu uzunluğu, vakum basıncı, atmosferik restorasyon süresi) tanımlamak amacıyla, farklı kaplama parametrelerinin, kaplanmamış ve kaplanmış örneklerin fiziksel kalite parametreleri (ağırlık değişimi, renk ve doku) üzerine etkisini belirlemişlerdir. Her iki sürecin de kavun dilimlerinin sertliğini artırdığı ancak vakum emdirme uygulamasında daha yüksek sertlik ve daha az ağırlık kaybı sonuçlarının olduğunu tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise kantalup türü kavunlar %2 tarçın kabuğu yağı ve %0-0.5 soya fasulyesi yağı içeren ve soya fasulyesi yağı içermeyen, %1 sodyum aljinat karışımı ile kaplanmıştır. Kaplama uygulamasının kavunların 21°C'lik ortamda depolama boyunca kalitesine etkisi ve inoküle edilmiş bazı patojenlerinin, doğal olarak oluşan küflerin ve mayaların canlılığına etkisi incelenmiştir. Örneklerin toplam çözünür kuru madde içeriğinde ve ağırlık kaybında, kaplama çözeltileri arasında önemli farklılık oluşmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca, incelenen antimikrobiyal kaplama sisteminin, kantalup türünün mikrobiyolojik kalitesi ve güvenliğini artırma potansiyelini ortaya koyduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2015). Raybaudi-Massilia ve ark. (2008) taze kesilmiş "Piel de Sapo" kavununu malik asit ve tarçın, palmarosa ve limonotunun esansiyel yağları ile (%0.3-0.7) bunların aktif bileşenlerini (eugenol, geraniol ve sitral-%0.5) içeren aljinat bazlı yenilebilir filmle kaplayarak pasif MAP koşullarında depolanmışlar ve uygulanan işlemlerin kavunun raf ömrü ve güvenliği üzerindeki mikrobiyolojik ve fizikokimyasal etkisini araştırmışlardır. Pasif MAP koşullarında depolanan kaplanmamış kavun dilimlerinin mikrobiyolojik raf ömrü 3.6 güne kadar ve fizikokimyasal raf ömrü 14 günden daha az olduğu tespit edilmiştir. Pasif MAP ile malik asitin kombine etkisinin, kaplanmamış taze kavun dilimlerine kıyasla, kaplanmış taze kavun dilimlerinin mikrobiyolojik (9.6 güne kadar) ve fizikokimyasal (>14 gün) açıdan raf ömrünü arttırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat içeren yenilebilir film kaplama uygulamasının literatürde yer almadığı görülmektedir. Bu nedenle araştırma kapsamında %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat (SA) içeren yenilebilir film çözeltileriyle kaplanmış ve pasif MAP uygulanmış kavun

dilimlerinin depolanmasında ortaya çıkan bazı fizikokimyasal kalite değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada yerel bir pazardan temin edilen “Kırkağaç” çeşidi kavun (12 adet) kullanılmış ve işlem görene kadar +10°C’de depolanmıştır. Film formülasyonları için orta viskoziteli sodyum aljinat (2.000 cp, %2, Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmış ve plastikleştirici olarak gliserol (Sigma-Aldrich, Almanya) ilave edilmiştir. Ayrıca kavunlarda ortaya çıkacak yumuşamayı engellemek ve film kaplamanın yüzeye daha iyi tutunmasını sağlamak için CaCl<sub>2</sub> (Sigma-Aldrich, Almanya), MAP uygulamasında ise polietilen-30 µm (Poliner plastik, Bursa) ambalaj materyali kullanılmıştır.

### Üretim Yöntemleri

Çalışma kapsamında; ilk olarak sodyum aljinat (SA) bazlı yenilebilir film formülasyonları ön denemeler sonucunda üç farklı konsantrasyonda (%1 SA, %1.5 SA ve %2 SA; m v<sup>-1</sup>) oluşturulmuştur. Bu amaçla 45°C’ye getirilmiş saf su içerisinde belirtilen konsantrasyonlarda sodyum aljinat ilave edilerek film çözeltileri hazırlanmış ve plastikleştirici olarak ön denemelerle belirlendiği şekilde %5 (v v<sup>-1</sup>) oranında gliserol ilave edilmiştir. Hazırlanan kaplama çözeltileri ultrasonik banyo (37 kHz) içerisinde ortam sıcaklığında (25°C) 30 dakika boyunca degaz işlemine tabi tutulmuştur (Karagöz, 2018). Kavunlar film kaplama öncesinde yıkanmış, kurulanmış, çekirdek evleri çıkarılmış ve kabuklarından ayrılarak 3x6 cm boyutlarında dilimlenmiştir. Dilimlenen kavunlar ön denemelerle belirlenmiş olan 4 dakikalık süre boyunca %0.5 (m v<sup>-1</sup>) konsantrasyondaki CaCl<sub>2</sub> çözeltisinde bekletildikten sonra süzülerek çıkarılmış ve %1, %1.5, %2 sodyum aljinat içeren film formülasyonları içerisine ön denemelerle belirlenmiş olan 5 dakikalık süre boyunca daldırılmış, film materyalinin fazlasının süzülmesi için 10 dakika bekletilmiş ve 1 saat ortam sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kaplama işlemi uygulanan ve uygulanmayan kavun dilimleri 30 µm polietilen (PE) film materyali pasif-MAP koşullarında paketlenerek depolanmıştır. Bir grup örnek de PE ambalajın etkinliğini ölçmek için kaplama yapılmadan ambalajsız olarak depolanmış, ayrıca kontrol grubu olarak kaplanmamış ve MAP uygulanmamış örnek grubu oluşturulmuştur. Her bir ambalaj 300 g örnek içerecek şekilde strafor tabaklar içerisinde paketlenmiştir. Hazırlanan beş örnek grubuna ait tüm materyaller kalite değişimlerinin belirlenmesi amacıyla +5°C’de %80 bağıl nemde 6 gün boyunca depolanmış ve 48 saatte bir fizikokimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

### Analiz Yöntemleri

Örneklerin ambalaj içi gaz konsantrasyonları gaz analizatörü (Gaspac-2, İngiltere) ile belirlenmiştir. Cihazın enjeksiyon iğnesi önceden paket üzerine yapıştırılmış kauçuk bir mantar içerisine batırılarak paketin tepe boşluğundaki %O<sub>2</sub> ve %CO<sub>2</sub> oranları ölçülmüştür (Demirdöven ve Batu, 2003). Kavunların toplam fenolik madde içerikleri Franke ve ark. (2004)’nın tanımladığı spektrofotometrik yöntemle, antioksidan kapasite değerleri ise Re ve ark. (1999) tarafından geliştirilen yöntemle belirlenmiştir. pH değeri ise pulp haline getirilmiş örneklerde WTW Inolab pH-Level-1 (Almanya) model pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Anonim, 1995). Ayrıca homojenize edilmiş

örneklerden Abbe refraktometresiyle (CETI 8200, İngiltere) suda çözünür kuru madde değerleri (SÇKM) belirlenmiştir. Kavunların başlangıç ve depolama sonundaki ağırlık değişimleri belirlenerek Tokatlı (2016)'da belirtildiği şekilde ağırlık kayıpları (%) hesaplanmıştır. Kavunlardaki dokusal (sertlik) değişimi belirlemek içinse kavunları dikey boyutundan 10 mm delmek için gereken maksimum kuvvet Newton cinsinden ölçülmüştür. Ölçümde, 10 mm çapında paslanmaz çelik başlığa sahip Zwick/Z0.5 (Almanya) test cihazı kullanılmıştır (Anonim, 2002). Kavunların meyve eti renkleri, Minolta renk ölçüm cihazı (Chroma meter, CR-300, Japonya) kullanılarak beyaz ve siyah standart bir plakada kalibre edildikten sonra, Hunter renk ölçüm parametreleri ile L\* (parlaklık), a\* (kırmızı/yeşil), b\*(sarı/mavi) değerleri kavun üzerinde üç farklı noktada ölçülerek belirlenmiştir (Anonim, 1995). Çalışmada kullanılan tüm analiz yöntemlerine ait detaylar Demir (2019)'da yer almaktadır.

### İstatistiksel Analiz

Verilere ait istatistiksel değerlendirmeler SPSS-21 paket programı kullanılarak yürütülmüştür (SPSS, 2013). Tüm analizler dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür, n=4. Uygulamalara ait farklılıklar, örnek grupları ile depolama süresi-örnek gruplarının ortalamalarına ait karşılaştırmalar “tek yönlü ANOVA” analizine göre değerlendirilmiştir. Ortalama değerler %95 güven düzeyinde DUNCAN testi ile karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

**%O<sub>2</sub> ve %CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişimler:** Depolama süresince örneklerin bulunduğu ambalajlardaki %O<sub>2</sub> ve %CO<sub>2</sub> konsantrasyon değerleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Örnek gruplarında depolama boyunca beklendiği şekilde ambalaj içerisindeki oksijen oranları düşerken (P<0.05), karbondioksit oranları artmıştır (P<0.05). Depolama sonunda en düşük oksijen içeriği kaplama uygulanmadan paketlenen MAP grubunda %6.43, en yüksek oksijen içeriği ise %1 sodyum aljinatla kaplanan %1 SA+MAP grubunda %17.15 olarak tespit edilirken oksijen içerikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.05). Depolama sonunda en yüksek karbondioksit içeriği kaplama uygulanmadan paketlenen MAP grubunda %10.23, en düşük karbondioksit içeriği ise %1 sodyum aljinatla kaplanan %1 SA+MAP grubunda %3.0 olarak tespit edilmiştir; Karbondioksit içerikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.05).

**Çizelge 1.** Paket içi %O<sub>2</sub> konsantrasyon değerleri.

**Table 1.** O<sub>2</sub>% concentration values in the package.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün) |                           |                          |                          |
|----------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | 0                       | 2                         | 4                        | 6                        |
| MAP            | 21.00±0.00 <sup>A</sup> | 18.12±0.64 <sup>Bab</sup> | 15.48±0.42 <sup>Cd</sup> | 6.43±1.50 <sup>Dd</sup>  |
| %1 SA+MAP      | 21.00±0.00 <sup>A</sup> | 18.97±0.99 <sup>Ba</sup>  | 18.68±0.12 <sup>Ba</sup> | 17.15±0.60 <sup>Ba</sup> |
| %1.5 SA+MAP    | 21.00±0.00 <sup>A</sup> | 17.75±0.27 <sup>Bb</sup>  | 17.20±0.11 <sup>Bc</sup> | 11.70±0.27 <sup>Cc</sup> |
| %2 SA+MAP      | 21.00±0.00 <sup>A</sup> | 18.20±0.21 <sup>Bab</sup> | 17.95±0.16 <sup>Bb</sup> | 14.53±0.15 <sup>Cb</sup> |

n=4, ±SD, <sup>A,B...</sup> harfleri aynı satırdaki örneklere,

<sup>a,b...</sup> harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).

Sipahi ve ark, (2013) geliştirdikleri çok katmanlı antimikrobiyal aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı karpuz dilimlerine uyguladıkları çalışmada, kaplama formülasyonunun tepe boşluğu kompozisyonunu etkilemediğini ( $P>0.05$ ) ancak çok tabakalı antimikrobiyal yenilebilir kaplamanın solunum sırasında  $CO_2$  üretimini önlemeye yardımcı olduğunu ve bunun nedeninin, solunum için gerekli olan gazlara daha iyi bariyer görevi yaptığını bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise Oms-Oliu ve ark. (2008c) tarafından taze kesilmiş armut dilimlerine N-asetilsistein ve glutation içeren aljinat bazlı, pektin ve jellan içeren yenilebilir kaplamaların uygulandığı çalışmada paketlerin tepe boşluğunda bulunan gaz değişimindeki genel eğilimin  $O_2$  konsantrasyonlarının %5-8'e,  $CO_2$  konsantrasyonlarının ise %15-20'ye yükselmesi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. N-asetilsistein ve glutatyon içeren formülasyonlarla kaplanmış armut dilimlerinde N-asetilsistein ve glutatyonun, meyve dokusunun kaplama ortamında  $O_2$ 'i absorbe etme yeteneğini azaltmasının ve ambalaj atmosferinde daha fazla  $O_2$  bırakılmasının antiesmerleşme ajanları ile muamele edilmeyen kaplanmış numunelerden bir miktar yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise 6 günlük depolama sonunda örneklerin % $O_2$  içerikleri %6.43-17.15,  $CO_2$  içeriklerinin ise %3.0-10.23 arasında oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle elde edilen sonuçların literatürle kısmen uyumlu olduğu denge gaz bileşiminin yenilebilir film kaplanmamış örnek grubunda daha kısa sürede oluştuğu saptanmış ve kavunlarda aljinat bazlı yenilebilir film ve pasif-MAP kombinasyonunun uygulanmasında denge gaz bileşiminin oluşması için 6 günden fazla bir depolama gerektiği belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Paket içi % $CO_2$  konsantrasyon değerleri.

**Table 2.**  $CO_2$  % concentration values in the package.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün) |                          |                          |                          |
|----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | 0                       | 2                        | 4                        | 6                        |
| MAP            | 0.03±0.00 <sup>D</sup>  | 3.23±0.76 <sup>Ca</sup>  | 5.03±0.15 <sup>Ba</sup>  | 10.23±1.50 <sup>Aa</sup> |
| %1 SA+MAP      | 0.03±0.00 <sup>D</sup>  | 1.57±1.35 <sup>Cb</sup>  | 2.55±0.08 <sup>BCc</sup> | 3.00±0.13 <sup>Bd</sup>  |
| %1.5 SA+MAP    | 0.03±0.00 <sup>D</sup>  | 2.85±0.05 <sup>Cab</sup> | 3.02±0.13 <sup>Cb</sup>  | 6.30±0.35 <sup>Bb</sup>  |
| %2 SA+MAP      | 0.03±0.00 <sup>D</sup>  | 2.55±0.43 <sup>Cab</sup> | 2.70±0.06 <sup>Cc</sup>  | 4.90±0.11 <sup>Bc</sup>  |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, ( $P<0.05$ ).

**Toplam Fenolik Madde ve Antioksidant Kapasite Değerleri:** Örneklere ait depolama başlangıcı toplam fenolik madde değerleri 55.9-61.1 GA mg kg<sup>-1</sup> aralığında belirlenmiştir (Çizelge 3). Depolama sonunda ise 54.66-79.30 GA mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca MAP, %1 SA+MAP ve %1.5 SA+MAP örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $P>0.05$ ), kontrol ve %2 SA+MAP örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Kontrol örneğinin toplam fenolik madde içeriği 6.günde önemli düzeyde artarken ( $P<0.05$ ), %2 SA+MAP grubunun toplam fenolik madde içeriği azalmıştır ( $P<0.05$ ), 0. ve 2. günlerde tüm örnek grupları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Kontrol ve MAP grubundaki örneklerin fenolik madde değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. Oms-Oliu ve ark. (2008a) taze kesilmiş kavunların fenolik bileşik miktarlarındaki artışın antioksidan kapasitenin artması ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kontrol örneklerindeki artışın daha yüksek olduğu

görülmektedir. Bu durumun suyun buharlaşmasıyla birim ağırlıktaki kuru madde oranının artışıyla kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sodyum aljinatla kaplı örneklerin toplam fenolik madde değerlerinin 4. güne kadar azaldığı, 6. gün ise artış gösterdiği belirlenmiştir. Oms-Oliu ve ark. (2008b) yaptıkları çalışmada aktif-MAP koşullarında taze kesilmiş 'Piel de Sapo' kavununu depolamışlar ve daha yüksek O<sub>2</sub> içeriği bulunan atmosferlerin daha fazla fenolik bileşik üretimine neden olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun paket içinde bulunan çok düşük O<sub>2</sub> ve yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının yol açtığı ve oksidatif stres ile ilgili olduğunu ve bu nedenle aljinatla kaplanan kavun dilimlerinde artan fenolik birikimin hem meyve hem de ambalaj tepe boşluğundaki atmosferlerin önemli ölçüde modifikasyonuna bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Oms-Oliu ve ark. (2008c) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da depolama sonunda sadece aljinatla kaplanmış armut dilimlerinin toplam fenolik madde miktarının ortalama 400 mg GA 100g<sup>-1</sup> değerlerinden 350 mg GA 100g<sup>-1</sup> değerlerine düştüğü, kaplanmamış örneklerin ise 360 mg GA 100g<sup>-1</sup> değerlerine düştüğü bildirilmiştir.

Tüm örneklerin antioksidan kapasite değerlerinde depolamanın 4.gününe kadar bir artış, 6.gününe ise azalma belirlenmiştir (Çizelge 4). %1 SA+MAP ve %1.5 SA+MAP örneklerinde 0. günden 4. güne kadar antioksidan kapasite değerlerinde istatistiksel açıdan önemsiz düzeyde bir artış gözlemlenirken (P>0.05), 6. günde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir azalma meydana geldiği saptanmıştır (P<0.05). Kontrol ve %2 SA+MAP örneklerinin ise 4. gün antioksidan kapasite değerlerinde diğer günlerde elde edilen verilere göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde artış meydana gelmemiştir (P<0.05). Ancak depolama boyunca tüm örnek gruplarının arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Robles-Sanchez ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada sadece aljinatla kaplanan ve kaplama uygulanmayan taze mango dilimlerinin antioksidan kapasite değerlerindeki değişim mevcut çalışmaya benzer sonuçları içermektedir.

**Çizelge 3.** Toplam fenolik madde (GA mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerindeki değişimler.

**Table 3.** Changes in total phenolic (GA mg kg<sup>-1</sup>) content.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün)  |                           |                          |                           |
|----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                | 0                        | 2                         | 4                        | 6                         |
| Kontrol        | 55.89±2.26 <sup>Ba</sup> | 62.01±4.28 <sup>Ba</sup>  | 65.53±3.02 <sup>Ba</sup> | 79.30±8.67 <sup>Aa</sup>  |
| MAP            | 55.89±2.26 <sup>Aa</sup> | 57.26±4.31 <sup>Aa</sup>  | 56.65±1.61 <sup>Ab</sup> | 58.03±1.94 <sup>Ab</sup>  |
| %1 SA+MAP      | 57.57±3.65 <sup>Aa</sup> | 56.50±2.67 <sup>Aa</sup>  | 54.36±2.18 <sup>Ab</sup> | 55.58±1.80 <sup>Ab</sup>  |
| %1.5 SA+MAP    | 58.64±4.09 <sup>Aa</sup> | 54.66±3.69 <sup>ABa</sup> | 52.06±1.83 <sup>Bb</sup> | 54.66±2.37 <sup>ABb</sup> |
| %2 SA+MAP      | 61.10±2.40 <sup>Aa</sup> | 57.42±2.50 <sup>ABa</sup> | 52.82±3.95 <sup>Bb</sup> | 54.66±0.79 <sup>Bb</sup>  |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).

**Çizelge 4.** Depolama süresince antioksidan kapasite ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerleri.  
**Table 4.** Antioxidant capacity ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) values during storage.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün)   |                          |                          |                          |
|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | 0                         | 2                        | 4                        | 6                        |
| Kontrol        | 282.3±16.8 <sup>Ba</sup>  | 305.1±9.7 <sup>Ba</sup>  | 413.9±8.4 <sup>Aa</sup>  | 279.3±27.1 <sup>Ba</sup> |
| MAP            | 282.3±16.8 <sup>Aa</sup>  | 311.6±18.6 <sup>Aa</sup> | 344.0±81.6 <sup>Aa</sup> | 266.9±19.2 <sup>Aa</sup> |
| %1 SA+MAP      | 297.0±22.5 <sup>ABa</sup> | 318.0±15.9 <sup>Aa</sup> | 337.0±17.7 <sup>Aa</sup> | 273.2±20.6 <sup>Ba</sup> |
| %1.5 SA+MAP    | 288.4±6.5 <sup>ABa</sup>  | 304.0±7.4 <sup>ABa</sup> | 331.9±46.1 <sup>Aa</sup> | 256.2±6.0 <sup>Ba</sup>  |
| %2 SA+MAP      | 312.1±12.6 <sup>ABa</sup> | 313.0±5.4 <sup>Ba</sup>  | 345.0±16.6 <sup>Aa</sup> | 295.8±18.1 <sup>Ba</sup> |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).

Antioksidan kapasitedeki en önemli artış ambalajsız kontrol örneklerinde gözlenmiştir. Bu sodyum aljinat bazlı kaplamaların, kaplanmış kavun dilimlerinde antioksidan bileşiklerin tüketimini yavaşlatabilen, oksijen iletimine karşı etkili bir bariyer görevi yaparak, depolama sırasında fenolik bileşiklerin kaybını geciktirebildiği ve bu nedenle antioksidan kapasite değerlerinde benzer dalgalanmaların olacağı düşünülmektedir (Aloui ve ark., 2014). Oms-Oliu ve ark. (2008a)'na göre, jellan ile kaplanmış taze kesilmiş kavunların antioksidan aktivitesindeki artış, meyve çevresindeki gaz bileşiminin modifikasyonu ile açıklanmıştır. İncelenen meyve türü, olgunlaşma aşaması ve kaplama materyalinin tipi gibi birçok faktör, antioksidan aktiviteyi güçlü bir şekilde etkileyebilmekte ve bu nedenle antioksidan aktivite için elde edilen farklı sonuçları açıklayabilmektedir.

**Doku değerleri:** Meyve sertliği, tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği güçlü bir şekilde etkileyen kritik bir faktördür ve hasat sonrası meyvenin kalitesini korumak ve ekonomik kayıpları önlemek için doku kaybının kontrolü önemlidir (Aloui ve ark., 2014). Kavun dilimlerinin kalsiyum klorür çözeltisine daldırıldıktan sonra sodyum aljinat filmi ile kaplanması işlemi depolamanın başında doku değerlerinde artışa neden olmuştur (Çizelge 5). Depolamanın 4. gününde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0.05), en yüksek doku değeri 0.552 N olarak %1.5 SA+MAP örneğinde tespit edilmiştir. Depolama sonunda kontrol grubunun doku değeri 0.371 N, MAP ile depolanan kavun dilimlerinin doku değeri 0.296 N, %1 SA+MAP grubunun doku değeri 0.441 N, %1.5 SA+MAP grubunun doku değeri 0.433 N ve %2 SA+MAP grubunun doku değeri ise 0.444 N olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 5.** Doku (N) değerlerindeki değişimler.

**Table 5.** Changes in texture (N) values.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün)   |                          |                           |                           |
|----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                | 0                         | 2                        | 4                         | 6                         |
| Kontrol        | 0.384±0.09 <sup>Ba</sup>  | 0.516±0.09 <sup>Aa</sup> | 0.368±0.10 <sup>Bbc</sup> | 0.371±0.08 <sup>Ba</sup>  |
| MAP            | 0.384±0.09 <sup>ABa</sup> | 0.507±0.14 <sup>Aa</sup> | 0.478±0.18 <sup>Aab</sup> | 0.296±0.11 <sup>Ba</sup>  |
| %1 SA+MAP      | 0.444±0.12 <sup>Aa</sup>  | 0.467±0.12 <sup>Aa</sup> | 0.409±0.09 <sup>Abc</sup> | 0.441±0.20 <sup>Aa</sup>  |
| %1.5 SA+MAP    | 0.483±0.16 <sup>ABa</sup> | 0.531±0.13 <sup>Aa</sup> | 0.552±0.08 <sup>Aa</sup>  | 0.433±0.14 <sup>ABa</sup> |
| %2 SA+MAP      | 0.485±0.11 <sup>Aa</sup>  | 0.451±0.15 <sup>Aa</sup> | 0.335±0.09 <sup>Ac</sup>  | 0.444±0.18 <sup>Aa</sup>  |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).



Depolamanın 0., 2. ve 6. gününde örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Depolama boyunca en az değişim %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarında görülmüş ve bu örnek gruplarındaki kavun dilimlerinin depolama periyodları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Bunun sonucu olarak da tüm örnek grupları ile karşılaştırıldığında %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarının kavun dilimlerinin sertliğinin korunmasında daha etkili oldukları belirlenmiştir. [Raybaudi-Massilia ve ark. \(2008\)](#) tarafından yapılan çalışmada çapraz bağlama için çözeltiye eklenen kalsiyumun bir sonucu olarak kaplama uygulamasından hemen sonra, kaplanmamış ve kaplanmış taze kesilmiş kavun dilimleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu anlamda, diğer araştırmacılar da kalsiyum klorürün yenilebilir kaplamalarda kullanıldığında meyvelerdeki sertliğini koruyabildiğini bildirmişlerdir ([Olivas ve Barbosa Cánovas, 2005](#); [Rojas-Graü ve ark., 2008](#)). [Maftoonazad ve ark. \(2008\)](#) şeftalileri sodyum aljinat ve metil selülozla kaplayarak  $15^{\circ}\text{C}$ 'de ve %40 bağıl nemde depolamışlardır. Şeftalilerin doku değerleri hem kaplanmış hem de kaplanmamış meyveler için depolama süresi ilerledikçe doku yumuşaması göstererek azalmıştır. Bununla birlikte, meyvelerin kaplanması, sertliğin korunumu üzerinde anlamlı bir etki göstermiştir.

**pH, Suda Çözünür Kuru madde ve Ağırlık Kaybı Değerleri:** Depolama başlangıcında tüm örneklerin pH değerlerinde (Çizelge 6.) istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmazken ( $P>0.05$ ), diğer tüm depolama periyodlarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Depolama sonunda en yüksek pH değeri kontrol grubunda 5.94 olarak tespit edilirken, en düşük pH değeri MAP grubunda 5.30 olarak belirlenmiştir. MAP ve SA+MAP grupları arasında depolama sonunda istatistiksel açıdan fark yoktur ( $P>0.05$ ). Depolama sonunda tüm örnek gruplarının pH değerinde düşüş saptanmıştır. Depolama boyunca bu değerler arasındaki fark kontrol grubunda istatistiksel olarak önemsiz bulunurken diğer örnek gruplarında ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). [Mannozi ve ark. \(2017\)](#) yaban mersini meyvesini sodyum aljinat, pektin ve sodyum aljinat+pektin ile kaplayarak  $4^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün muhafaza etmişlerdir. Dikkate alınan her bir saklama süresinde kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış örnekler arasında pH değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

**Çizelge 6.** pH değerleri.

**Table 6.** pH values.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün) |                           |                           |                         |
|----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                | 0                       | 2                         | 4                         | 6                       |
| Kontrol        | 5.94±0.08 <sup>Aa</sup> | 6.01±0.01 <sup>Aab</sup>  | 6.08±0.03 <sup>Aa</sup>   | 5.94±0.01 <sup>Aa</sup> |
| MAP            | 5.94±0.08 <sup>Aa</sup> | 6.14±0.01 <sup>Aa</sup>   | 5.40±0.09 <sup>Bc</sup>   | 5.30±0.01 <sup>Bd</sup> |
| %1 SA+MAP      | 6.04±0.03 <sup>Aa</sup> | 5.90±0.06 <sup>ABbc</sup> | 5.89±0.03 <sup>ABab</sup> | 5.69±0.06 <sup>Bb</sup> |
| %1.5 SA+MAP    | 5.87±0.01 <sup>Aa</sup> | 5.93±0.14 <sup>Ac</sup>   | 5.73±0.12 <sup>Ab</sup>   | 5.33±0.06 <sup>Bd</sup> |
| %2 SA+MAP      | 5.93±0.03 <sup>Aa</sup> | 5.85±0.01 <sup>Ac</sup>   | 5.85±0.01 <sup>Aab</sup>  | 5.52±0.03 <sup>Bc</sup> |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, ( $P<0.05$ ).

Kontrol, MAP, %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının SÇKM içerikleri 4. güne kadar azalmış, 6. gün ise artmıştır (Çizelge 7). %1.5 SA+MAP grubunun SÇKM içeriğinde ise dalgalanma gözlemlenmiştir. SÇKM'de düşüşün görülmesi solunumun

etkisiyle meyvedeki şekerlerin CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya dönüşümünden; artışın meydana gelmesi ise hücre duvarı polisakaritlerinin hidrolizinden, su kaybından ve nişastanın şekerlere parçalanmasından dolayı kuru madde miktarının artmasından kaynaklanabilmektedir (Martinez-Romero ve ark., 2006; Dang ve ark., 2010; Díaz-Mula ve ark., 2012; Petriccione ve ark., 2015; Vieira ve ark., 2016). Depolama sonunda kontrol örneğinin SÇKM içeriğinde kurumayla birlikte daha konsantre olması sonucunda artış meydana gelirken, diğer örnek gruplarının SÇKM içeriğinde azalma görülmüştür. Kontrol ve %1 SA+MAP örneklerinin depolama boyunca SÇKM içerikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunurken (P<0.05), diğer örnek gruplarının SÇKM içerikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Maftoonazad ve ark. (2008) şeftalileri sodyum aljinat ve metil selülozla kapladıkları çalışmada, bütün örnek gruplarının SÇKM değerlerinde depolama boyunca küçük dalgalanmaların olduğunu ve depolama sırasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir.

**Çizelge 7.** Suda çözünür kuru madde (%) değerleri.

**Table 7.** Water-soluble dry matter (%) values.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün)  |                           |                          |                          |
|----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | 0                        | 2                         | 4                        | 6                        |
| Kontrol        | 11.70±0.14 <sup>Ca</sup> | 14.75±0.64 <sup>BCa</sup> | 18.15±1.34 <sup>Ba</sup> | 26.45±2.47 <sup>Aa</sup> |
| MAP            | 11.70±0.14 <sup>Aa</sup> | 10.50±1.27 <sup>Ab</sup>  | 9.55±0.07 <sup>Ab</sup>  | 9.80±0.28 <sup>Ab</sup>  |
| %1 SA+MAP      | 11.25±0.07 <sup>Aa</sup> | 9.90±0.42 <sup>Bb</sup>   | 9.65±0.07 <sup>Bb</sup>  | 9.85±0.07 <sup>Bb</sup>  |
| %1.5 SA+MAP    | 10.05±0.07 <sup>Ab</sup> | 9.65±0.07 <sup>Bb</sup>   | 9.85±0.07 <sup>ABb</sup> | 9.70±0.14 <sup>ABb</sup> |
| %2 SA+MAP      | 10.25±0.21 <sup>Ab</sup> | 9.80±0.14 <sup>Ab</sup>   | 9.75±0.21 <sup>Ab</sup>  | 10.10±0.28 <sup>Ab</sup> |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).

Depolama sonu verileri incelendiğinde en az ağırlık kaybı %0.40 olarak %1.5 SA+MAP grubu örneklerde hesaplanmışken, kontrol grubu örnekler %55.19, MAP örneklerinde %1.18, %1 SA+MAP örneklerinde %0.54, %2 SA+MAP örneklerinde ise %0.51 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 8). Depolama boyunca kontrol grubunun ağırlık kaybı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0.05) diğer örnek gruplarının ağırlık kaybı değişimleri önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

**Çizelge 8.** Ağırlık kaybı (%) değerleri.

**Table 8.** Weight loss (%) values.

| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün)  |                          |                          |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                | 2                        | 4                        | 6                        |
| Kontrol        | 19.88±1.23 <sup>Ca</sup> | 37.05±1.89 <sup>Ba</sup> | 55.19±5.29 <sup>Aa</sup> |
| MAP            | 1.05±0.02 <sup>Ab</sup>  | 1.15±0.12 <sup>Ab</sup>  | 1.18±0.07 <sup>Ab</sup>  |
| %1 SA+MAP      | 0.39±0.01 <sup>Ab</sup>  | 0.43±0.09 <sup>Ab</sup>  | 0.54±0.08 <sup>Ab</sup>  |
| %1.5 SA+MAP    | 0.26±0.02 <sup>Ab</sup>  | 0.38±0.02 <sup>Ab</sup>  | 0.40±0.03 <sup>Ab</sup>  |
| %2 SA+MAP      | 0.55±0.11 <sup>Ab</sup>  | 0.51±0.02 <sup>Ab</sup>  | 0.51±0.10 <sup>Ab</sup>  |

n=4, ±SD, \*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).

Depolamanın tüm aşamalarında, kaplama uygulanmış grupların ağırlık kaybı değerleri kaplama uygulanmamış örnek gruplarınınkinden düşük bulunmuştur. Ağırlık kaybındaki bu azalma, aljinat kaplamaların nem ve çözünme hareketini

geciktirebilen ve solunumu azaltabilen yarı geçirgen bir bariyer olarak etki göstermesinden kaynaklanmaktadır (Ali ve ark., 2010; Xiao ve ark., 2010). Rößle ve ark. (2011) taze kesilmiş elma dilimlerine oligofruktoz ve inülin gibi prebiyotikler içeren ve içermeyen sodyum aljinat yenilebilir filmiyle kapladıkları çalışmada en fazla ağırlık kaybı değerinin, çalışmamızdaki gibi kaplama yapılmamış kontrol grubunda olduğunu bildirmişlerdir. Aloui ve ark. (2014) sofralık üzümleri greyfurt çekirdeği ekstresi veya greyfurt esansiyel yağı içeren ve içermeyen %1 ve %2 sodyum aljinat bazlı biyobozunur filmlerle kapladıkları çalışmada %1 ve %2 kaplama uygulamasının, kontrole kıyasla depolama sırasında üzüm meyvesi taze ağırlık kaybını önemli ölçüde geciktirdiğini ve ağırlık kaybını azaltmak için en etkili kaplamalar olduğunu tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada da sodyum aljinat konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ağırlık kayıplarının azaldığının belirlenmiş olması ticari açıdan önemli bir avantaj olarak değerlendirilmiştir.

**Renk Değerleri:** Örnekler için renk değerleri Çizelge 9'da verilmiştir. Genel olarak tüm örnek gruplarının L\* değerlerinde depolamanın 4. gününe kadar artış olduğu, ardından kontrol ve %1 SA+MAP grubunun L\* değerlerinin düştüğü; MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP uygulananların ise L\* değerlerinin 6. gün azaldığı gözlenmiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış örnekler için artan L\* değerleri, kavunların buzdolabından oda sıcaklığına (21°C) taşınmasından sonra daha hızlı bir solunum hızına bağlanabileceği bildirilmiştir (Serrano ve ark., 2008). Depolama sonunda kontrol grubunun L\* değeri değişimi istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0.05), diğer örnek gruplarının L\* değeri değişimleri önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Depolama sonunda örnekler arasında belirlenen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

Renk a\* değerleri incelendiğinde ise depolama boyunca örnek gruplarının a\* değerlerinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Depolamanın 2. gününde tüm örnek gruplarının a\* değeri artış göstermiş, ardından depolama sonuna kadar MAP, %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının a\* değerleri sürekli azalırken kontrol ve %1 SA+MAP gruplarının a\* değerleri 6. güne kadar azaldıktan sonra tekrar artmıştır. Depolamanın 6. gününde kontrol ve MAP örnek grupları arasındaki farklılık önemli bulunurken (P<0.05) diğer günlerde tüm örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Ayrıca depolama sonuna kadar her bir örnek grubunun a\* değerindeki değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Çizelge 9. L\*, a\*, b\* değerleri.

Table 9. L\*, a\*, b\* values.

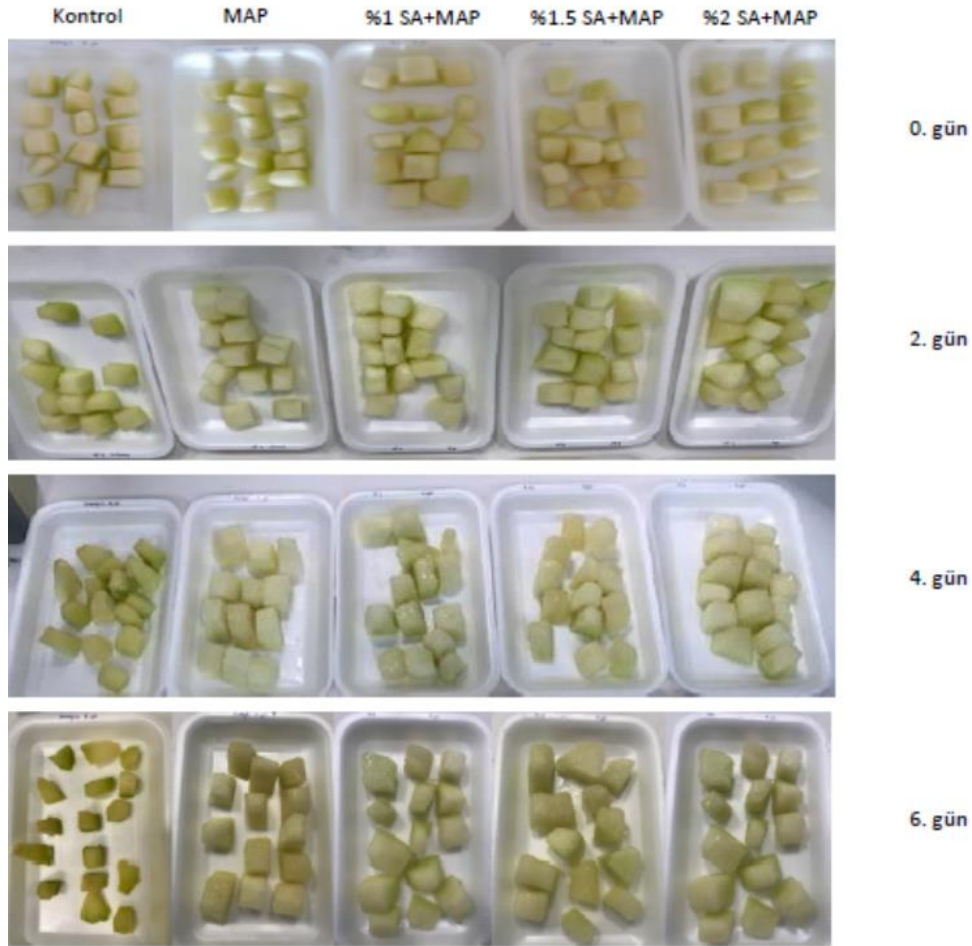
| Örnek Grupları | Depolama periyodu (Gün)  |                            |                            |                           |
|----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                | 0                        | 2                          | 4                          | 6                         |
| <b>L*</b>      |                          |                            |                            |                           |
| Kontrol        | 60.98±5.99 <sup>Ba</sup> | 84.59±9.99 <sup>Ab</sup>   | 92.06±3.02 <sup>Ab</sup>   | 53.85±5.46 <sup>BCa</sup> |
| MAP            | 60.98±5.99 <sup>Ba</sup> | 95.36±8.32 <sup>Aa</sup>   | 94.78±8.18 <sup>Aa</sup>   | 48.76±3.34 <sup>Ca</sup>  |
| %1 SA+MAP      | 57.35±6.49 <sup>Ba</sup> | 92.48±11.58 <sup>Aab</sup> | 96.93±10.98 <sup>Aab</sup> | 56.82±5.07 <sup>Ba</sup>  |
| %1.5 SA+MAP    | 56.48±7.59 <sup>Ba</sup> | 95.15±10.81 <sup>Aab</sup> | 93.04±6.51 <sup>Ab</sup>   | 51.61±7.74 <sup>Ba</sup>  |
| %2 SA+MAP      | 39.47±7.64 <sup>Cb</sup> | 96.78±8.25 <sup>Aab</sup>  | 98.70±8.51 <sup>Aab</sup>  | 54.28±4.00 <sup>Ba</sup>  |
| <b>a*</b>      |                          |                            |                            |                           |
| Kontrol        | -4.14±2.52 <sup>Ba</sup> | 0.43±2.82 <sup>Aa</sup>    | -3.65±4.49 <sup>Ba</sup>   | -4.86±0.86 <sup>Bb</sup>  |
| MAP            | -4.14±2.52 <sup>Ba</sup> | 1.75±1.61 <sup>Aa</sup>    | 0.30±1.95 <sup>Aa</sup>    | -2.67±0.48 <sup>Ba</sup>  |
| %1 SA+MAP      | -3.31±1.72 <sup>Ba</sup> | 1.00±1.72 <sup>Aa</sup>    | -1.49±2.00 <sup>Ba</sup>   | -3.76±1.45 <sup>Bab</sup> |
| %1.5 SA+MAP    | -3.34±1.29 <sup>Ca</sup> | 1.84±2.10 <sup>Aa</sup>    | -0.82±1.08 <sup>Ba</sup>   | -3.41±1.73 <sup>Cab</sup> |
| %2 SA+MAP      | -2.32±0.57 <sup>Ba</sup> | 2.37±1.11 <sup>Aa</sup>    | 0.09±3.03 <sup>Aa</sup>    | -3.37±1.14 <sup>Bab</sup> |
| <b>b*</b>      |                          |                            |                            |                           |
| Kontrol        | 12.90±4.24 <sup>Aa</sup> | 2.90±4.34 <sup>Ba</sup>    | 9.83±7.68 <sup>Aa</sup>    | 14.20±2.77 <sup>Aa</sup>  |
| MAP            | 12.90±4.24 <sup>Aa</sup> | 0.89±2.90 <sup>Ba</sup>    | 1.54±4.24 <sup>Bb</sup>    | 8.42±1.36 <sup>Ab</sup>   |
| %1 SA+MAP      | 11.53±3.69 <sup>Aa</sup> | 1.97±2.96 <sup>Ca</sup>    | 5.51±4.13 <sup>BCab</sup>  | 11.14±2.82 <sup>Aab</sup> |
| %1.5 SA+MAP    | 11.41±3.03 <sup>Aa</sup> | -0.07±3.15 <sup>Ca</sup>   | 5.03±2.28 <sup>Bab</sup>   | 10.17±3.81 <sup>Ab</sup>  |
| %2 SA+MAP      | 8.96±1.18 <sup>Aa</sup>  | -0.10±2.71 <sup>Ba</sup>   | 2.80±5.45 <sup>Bab</sup>   | 10.99±2.60 <sup>Aab</sup> |

n=4, ±SD, \*A.B... harfleri aynı satırdaki örneklere,

a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir, (P<0.05).

Depolama boyunca tüm örnek gruplarının b\* değerlerinde de benzer dalgalanmalar meydana gelmiştir. Depolamanın 2. gününde tüm örnek gruplarının b\* değeri düşüş göstermiş, ardından depolama sonuna kadar MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının b\* değerleri sürekli artarken kontrol ve %1 SA+MAP gruplarının b\* değerleri 6. güne kadar artmıştır. Depolamanın 4. ve 6. gününde örnek grupları arasındaki farklılık önemli bulunurken (P<0.05) diğer günlerde tüm örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Ayrıca depolama sonuna kadar her bir örnek grubunun b\* değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Farklı konsantrasyonlarda sondum aljinat ile kaplanmış kavun dilimlerinin 6 günlük depolanmalarına ait görseller Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Depolama süresi boyunca örneklere ait görseller.

**Figure 1.** Images of the samples during the storage period.

## SONUÇ

Çalışma kapsamında elde edilen verilere göre depolamanın ilk gününde filmle kaplanmış kavun dilimlerinin fenolik madde miktarlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre yenilebilir film kaplamanın toplam fenolik madde miktarını arttırdığı söylenebilir. Kontrol grubunun fenolik madde miktarının artması yoğun bir şekilde su kaybından dolayı birim ağırlıktaki kuru madde oranının artmasından kaynaklanmaktadır. Tüm örnek gruplarının antioksidan kapasite değerleri depolama sonunda azalmıştır. Ancak depolamanın 4. gününde tüm örnek gruplarında artış gerçekleşmiştir. Bu kaplanmış kavun dilimlerinde sodyum aljinat bazlı kaplamaların oksijen iletimine karşı etkili bir bariyer olduğunu göstermektedir. Kaplanmış örneklerin kaplanmadan önce kalsiyum klorür çözeltisine daldırılması meyve dokusunu olumlu yönde etkilemiştir. Kaplanmış kavun dilimleri depolamanın 6. gününe kadar sertliğini korumuş ve en iyi doku değeri %2 SA+MAP grubunda elde edilmiştir. Depolama sonunda paket içi en yüksek oksijen oranı %1 SA+MAP grubunda belirlenmiştir. Bu sonuç, kavun dilimlerinin %1 oranındaki sodyum aljinat çözeltisiyle daha etkin bir şekilde kaplanabildiğini göstermektedir. Tüm örnek gruplarının depolama sonunda pH değerleri azalmıştır. MAP ve SA+MAP grubu örneklerin pH değerleri benzerlik gösterirken kontrol grubununki daha yüksektir. SÇKM değerleri açısından yine depolama sonu itibariyle kaplanmış örnekler arasında en yüksek

%2 SA+MAP grubunda belirlenmiştir. Depolama boyunca en fazla ağırlık kaybı kontrol grubundadır. Kaplanmış gruplarda daha düşük ağırlık kaybı değerleri görülmüştür. En az ağırlık kaybı %1.5 SA+MAP grubunda elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde depolama sonunda başlangıç değerlerine en yakın L\* ve b\* değerleri %2 SA+MAP grubunda, a\* değeri ise kontrol grubunda gözlenmiştir. Sonuç olarak film kaplama umut vaat etmektedir. Film çözeltisinin etkinliğini iyileştirmek ve kaplanan gıda ürününün kalitesini artırmak için pasif-MAP uygulaması yerine aktif-MAP koşullarının kullanılması ve film çözeltisine antimikrobiyal maddeler gibi yardımcı maddeler ilave edilebilmesinin çalışılan 6 günlük depolama süresini uzatabileceği düşünülmektedir. Ancak çalışmanın ticarileşmesinden önce mikrobiyolojik açıdan da incelenmesi ile fizikokimyasal raf ömrüne ilaveten mikrobiyolojik raf ömründe belirlenmesi gerekmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKISI

**Bengü Demir:** Analizleri yürütmüş, sonuçları analiz etmiş, yorumlamıştır.

**Ashlan Demirdöven:** Araştırma fikrini belirlemiş, Araştırma yöntemlerini önermiş, analiz sonuçlarını kontrol etmiş, makaleyi yazmıştır.

## ETİK KURUL KARARI

Bu makale Etik Kurul Kararı gerektirmemektedir.

## KAYNAKLAR

- Ali A, Maqbool M, Ramachandran S and Alderson PG (2010). Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 58: 42-47.
- Aloui H, Khwaldia K, Sanchez-Gonzalez L, Muneret L, Jeandel C, Hamdi M and Desobry S (2014). Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 952-959.
- Anonim (1995). Official methods of analysis (16th Ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Anonim (2002). Zwick Z0,5 Universal tester operator's instruction manual. <https://www.zwickroell.com> (03.02.2019).
- Avena-Bustillos RJ and McHugh TH (2012). Edible coatings and films to improve food quality. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group.
- Dang QF, Yan JQ, Li Y, Cheng XJ, Liu CS and Chen XG (2010). Chitosan acetate as an active coating material and its effects on the storing of *Prunus avium* L. *Journal of Food Science*, 75 (2):125-131.
- Demir B (2019). *Aljinat bazlı yenilebilir film uygulamalarının minimal işlem görmüş kavun dilimlerinin raf ömrüne etkileri*, (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s.82, Tokat, Türkiye.
- Demirdöven A ve Batu A (2003). Tokat koşullarında yetiştirilen bazı önemli sebze çeşitlerinin solunum hızlarının belirlenmesi. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri* Kongresi. 08-12 Eylül Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Antalya.
- Díaz-Mula HM, Serrano M and Valero D (2012). Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food Bioprocess Technology*, 5: 2990-2997.

- Erkan N, Çetin S, Varlık C, Baygar T, Özden Ö, Gün H ve Kalafatoğlu H (2000). Modifiye atmosferle paketlenmenin (map) paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi. *Tübitak, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24: 585-591.
- Falguera V, Quintero JP, Jimenez A, Muñoz, JA and Ibarz A (2011). Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science and Technology*, 22(6): 292-303.
- Franke S, Chless K, Silveria JD and Robensam G (2004). Study of antioxidant and mutagenic activity of different orange juices. *Food Chemistry*, 88: 45-55.
- Karagöz Ş (2018). *Stevia içeren yenilebilir film formülasyonlarının geliştirilmesi ve yenilebilir film kaplama ile modifiye atmosferde ambalajlama kombinasyonunun az işlem görmüş elmaların raf ömrüne etkileri*, (Doktora Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 198, Tokat, Türkiye.
- Keleş F (2002). Gıda ambalajlama ilkeleri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları*, No:189, Erzurum.
- Maftoonazad N, Ramaswamy HS and Marcotte M (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 951-957.
- Mannozi C, Cecchini JP, Tylewicz U, Siroli L, Patrignani F, Lanciotti R, Roccili P, Dalla Rosa M and Romani S (2017). Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. *LWT - Food Science and Technology*, 85: 440-444.
- Martinez-Romero D, Albuquerque N, Valverde JM, Guillén FS, Castillo S, Valero D and Serrano M (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39: 93-100.
- Olivas GI and Barbosa-Cánovas GV (2005). Edible coating for fresh-cut fruits. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 45: 657-670.
- Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R and Martín-Belloso O (2008a). Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *LWT - Food Science and Technology*, 41(10): 1862-1870.
- Oms-Oliu G, Odriozola-Serrano I, Soliva-Fortuny R and Martín-Belloso O (2008b). The role of peroxidase on the antioxidant potential of fresh-cut 'Piel de Sapo' melon packaged under different modified atmospheres. *Food Chemistry*, 106(3): 1085-1092.
- Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R and Martín-Belloso O (2008c). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology*, 50: 87-94.
- Özyürek H, İncedayı B ve Tamer C (2013). Minimal işlenmiş gıdalar. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 13: 59-67.
- Petriccione M, Sanctis FD, Pasquariello MS, Mastrobuoni F, Rega P, Scortichini M and Mencarelli F (2015). The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. *Food Bioprocess Technology*, 8: 394-408.
- Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J and Martín-Belloso O (2008). Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, 121: 313-327.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice EC (1999). Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radicale Biology and Medicine*, 26: 1231-1237.
- Ribeiro C, Vicente AA, Teixeira JA and Miranda C (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology Technology*, 44(1): 63-70.
- Robles-Sánchez RM, Rojas-Graü MA, Odriozola-Serrano I, González-Aguilar G and Martín-Belloso O (2012). Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Science and Technology*, 50: 240-246.
- Rojas-Graü MA, Tapia MS and Martín-Belloso O (2008). Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut fuji apple. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 41: 139-147.
- Röbke C, Brunton N, Gormley RT, Wouters R and Butler F (2011). Alginate coating as carrier of oligofructose and inulin and to maintain the quality of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 76(1): 19-29.
- Senturk Parreidt T, Schmid M and Müller K (2018). Effect of dipping and vacuum impregnation coating techniques with alginate based coating on physical quality parameters of cantaloupe melon. *Journal of Food Science*, 83(4): 929-936.

- Serrano M, Martínez-Romero D, Guillén F, Valverde JM, Zapata PJ, Castillo S and Valero D (2008). The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. *Trends in Food Science and Technology*, 19: 464-471.
- Sipahi RE, Castell-Perez ME, Moreira RG, Gomes C and Castillo A (2013). Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *LWT-Food Science and Technology*, 51: 9-15.
- SPSS 2013. IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows. Armonk, NY.
- Tokatlı K (2016). *Karides atıklarından kitosan üretim koşullarının optimizasyonu ve kitosandan elde edilen yenilebilir film kaplamanın kirazların raf ömrüne etkisi*, (Doktora Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s.202, Tokat, Türkiye.
- TÜİK, 2018. 2018 Yılı Kavun Üretim Miktarı. [biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr](http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr)
- Vieira JM, Flores-López ML, De Rodríguez DJ, Sousa MC, Vicente AA and Martins J (2016). Effect of chitosan-aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 116: 88-97.
- Xiao C, Zhu L, Luo W, Song X and Deng Y (2010). Combined action of pure oxygen pretreatment and chitosan coating incorporated with rosemary extracts on the quality of fresh-cut pears. *Food Chemistry*, 121: 1003-1009.
- Zhang, Y, Ma Q, Critzer F, Davidson PM and Zhong Q (2015). Effect of alginate coatings with cinnamon bark oil and soybean oil on quality and microbiological safety of cantaloupe. *International Journal of Food Microbiology*. 215: 25-30.
- Zhao Y (2012). Application of commercial coatings. In: Baldwin, E. A., Hagenmaier, R., Bai, J., (Eds.) Edible coatings and films to improve food quality (pp.1-12) Boca Raton, *CRC Press*.